任意の滑車系構造を含む構造物の解析

栗本鉄工 正員 中村義郎
栗本鉄工 正員○竹中鷹治

序

最近、斜張橋や斜め吊材を有するアーチ系構造物が、その構造美や大中まる断面力、変形量の減少の利点を採用されて、製作されるに至った。しかしその骨組構造は非常に複雑になり、不静定次数も高いので、計算機の利用が期待される。　斜張橋等の骨組においては、塔のある一点を塔より吊り上げるので、吊材としては一直線となりその吊材の両端はピン結合、塔上ではピン結でも、滑車構造でもよい。　一方それをアーチ系の構造物に適用する場合、その効力を増大させるために、ザイルの他端は支点にピン結すべきである。この際に、吊り上げねばならないので、どうしてもそのザイルは多角形状となり、各折れ曲げ点では滑車作用をさせる必要がある。　故に、節点での釣合条件式の中に滑車の条件式を入れることにより、任意の滑車系構造を含む任意形構造物の解析を行ひ、その例題として、図−1に示す各タイプについて、その断面力、及び変形量の変化を調べてみた。尚、本計算に用ひた断面定数及び荷重は表−1に示すとおりであり、左支点はローラー支承とし、アーチリブは各格点にてピン結とし、斜材は凡て断面積の小さいザイルを用ひるものとし、ピン結か滑車によって結合されているものとする。

計算結果

支点、最大、最小の断面力図は図−2に示されている。補剛桁の曲げモーメントに関しては、例7を除いては支点が最高になっている。故にこの支点の近傍の点3，点5を吊り上げるために例−23，25，27の場合を試みたが、大中まモーメントの減少は得られなかった。
補剛桁の軸力については、例13が断然他と異っている他は大体類似している。例−23，25の場合も滑車部材を一部補剛桁に加入しているので、多少は減少している。その区間については、軸力の一部がザイル張力に移行するからである。　アーチリブについては、いずれの場合も殆んど値が接近しており、それはザイルの張力も互いに値が接近していることを示している。　ザイルの張力は、支点附近の2〜3〜4格点間の部材では値が大きく、5〜6格点間では小さくなっている。
例3，17においては、17-6，2-15，の部材にて値は小さいが圧縮になる場合があるが、他のケースは凡て張力が作用し、特に2-15部材でも、値がすこぶる大きくなっている。

表−1
断面諸定数

	E(t/m²)	A(m²)	I(m⁴)
補剛桁	2.0×10⁷	0.056	0.022
アーチリブ	〃	0.03	0.002
斜め吊材	〃	0.003	0

荷　重

線荷重	等分布活荷重	等分布死荷重
5t	0.35t/m	2.0t/m

傾向としては、14-3-16-5-18-7 の一連の斜材の方が、2-15-4-17-6-19 の一連の斜材よりも、15-4 を除いては値が大きい。

まとめ

ここに計算したのは、アーチリブがピン結されている構造において、その斜め吊材の要所に滑車系を用いた場合であったが、従来の斜め吊材の材端がピン結の場合との差異は、その滑車系の部材と同一位置にある部材の軸力の変化以外には大差が生じなかった。例-15 の構造が比較的均整のとれた部材力をもっている点は注目に値すると思われる。

当初骨組を考える時、スパンの4分点、或はセンターを吊り上げるといいのではないかと思ったが、点Cを吊り上げる事及びザイルの長さを余り長い部材にならない構造とし、節点の相対的変位が逆に出るような節点を、一連の滑車系で連結することを考慮してその滑車系を考えることにより、外観上は普通の型式でありながら、一風変った部材力を生ずる構造にするのではないかと思われる。

又、アーチ型式以外に、ピン結合よりも滑車結合の方が有利にまるような構造があれば、それについて試みてみたい。

多くの斜め吊材があれば、ある荷重状態においては、引張と圧縮が別の場所で生ずる。それらの部材を滑車系で連結する事により双方が同時に引張部材となるような構造も考えられ、今後、今少し研究をしてみたい。

図-1 各形式図

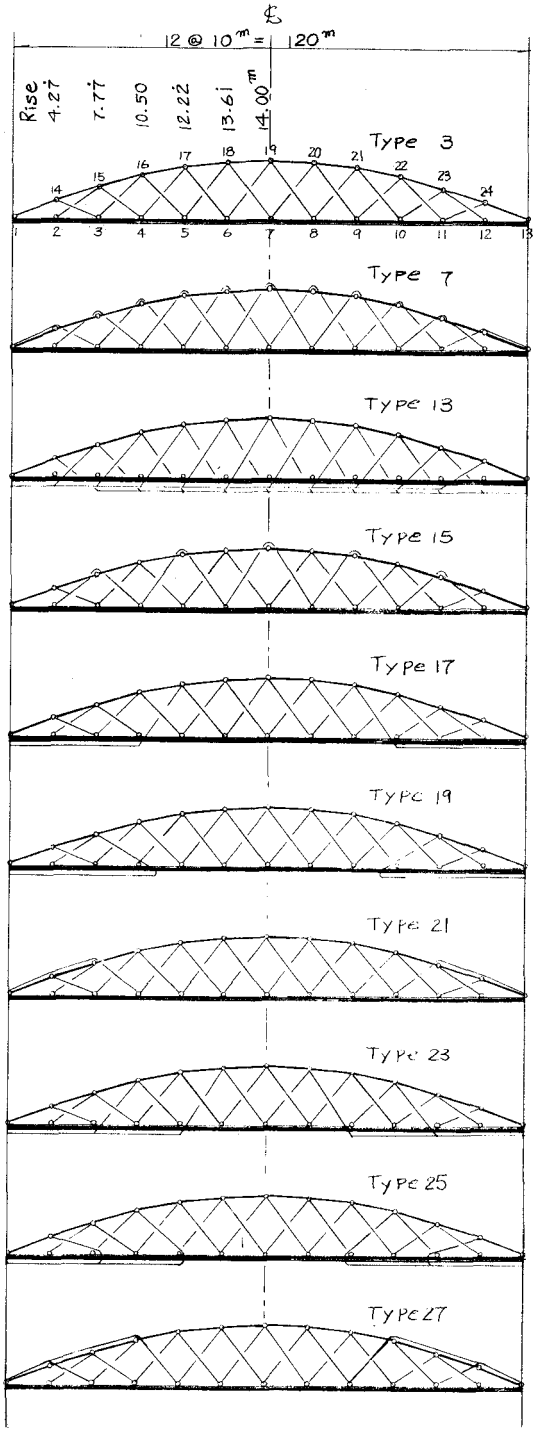
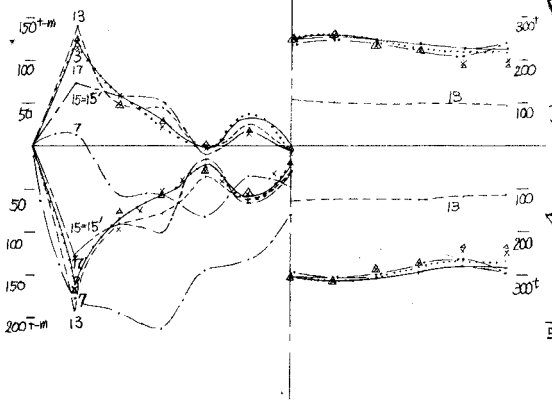
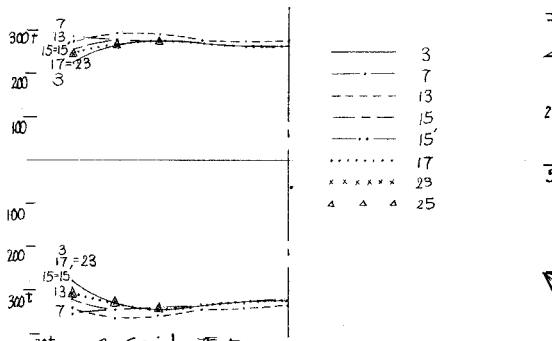


図-2 最大・最小断面力図

a. 補剛桁



b. アーチ・リブ軸力



c. Seil 張力

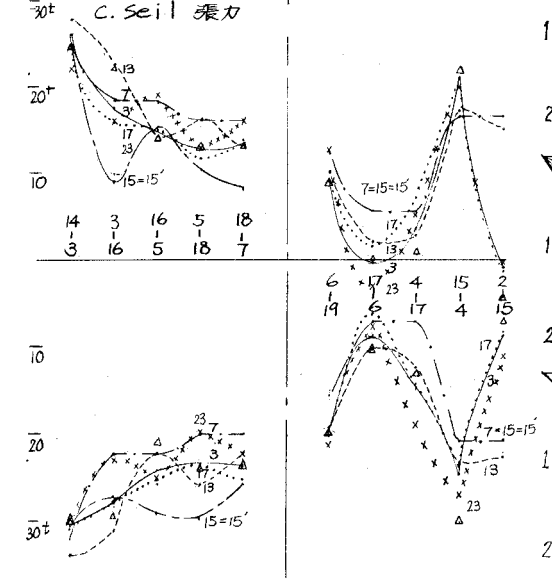
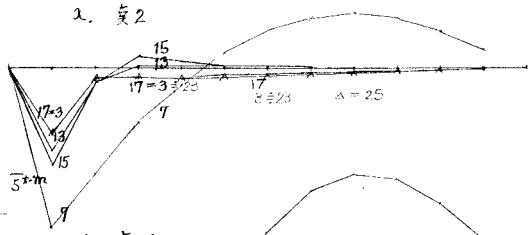
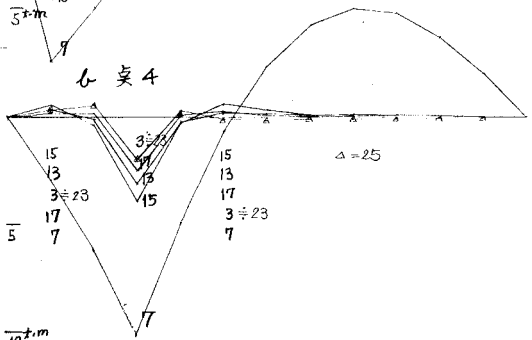


図-3 補剛桁 曲げモーメント 影響線

a. 点2



b 点4



C. 点7

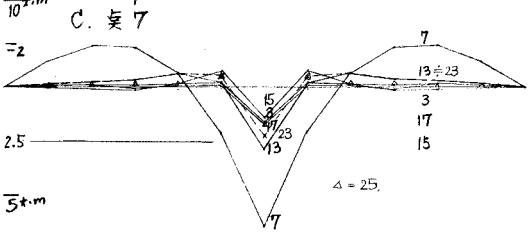
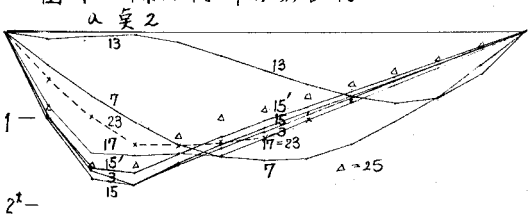
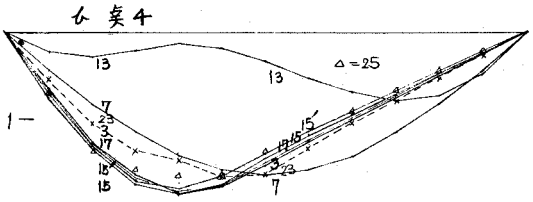


図-4 補剛桁 軸力 影響線

a 点2



b 点4



C 点7

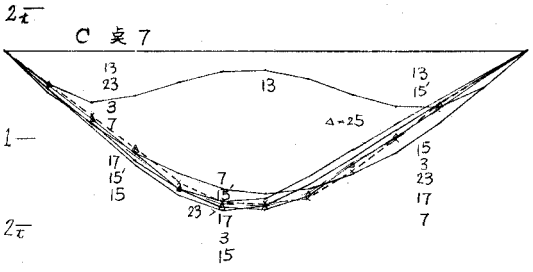
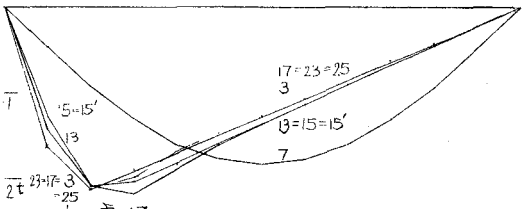
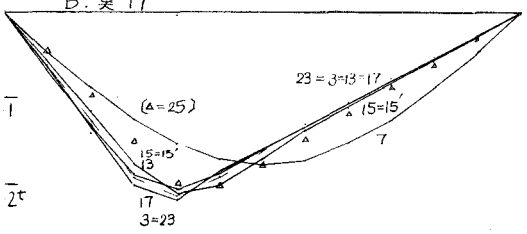


図-4. アーチリブ軸力影響線図

a. 点 15



b. 点 17



c. 点 19

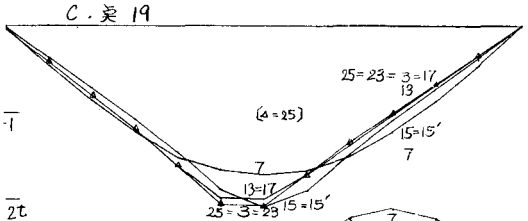
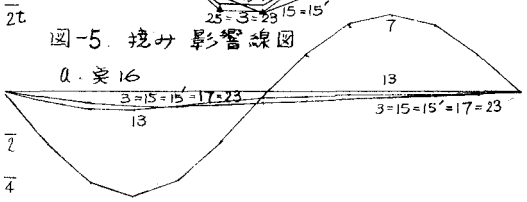
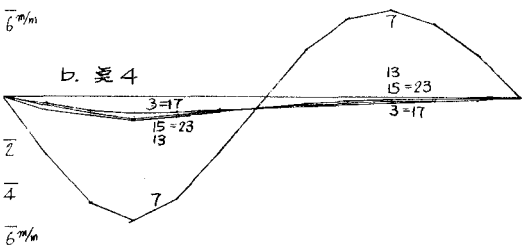


図-5. 曲げ 影響線図

a. 点 16



b. 点 4



c. 点 7

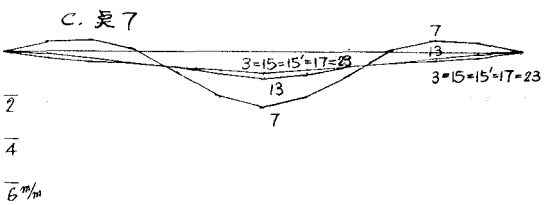
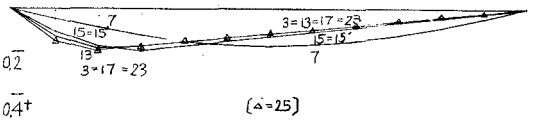
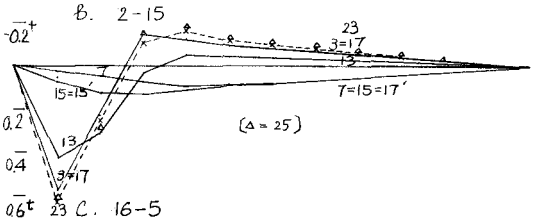


図-6. Seil 張力 影響線図

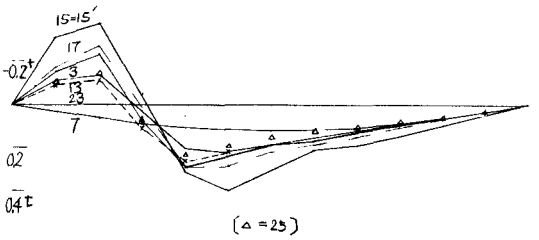
a. 14-3



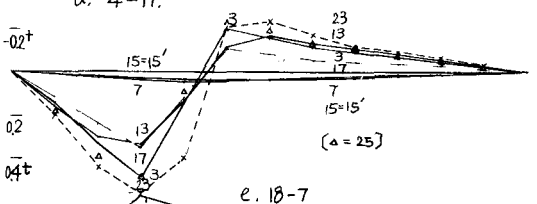
b. 2-15



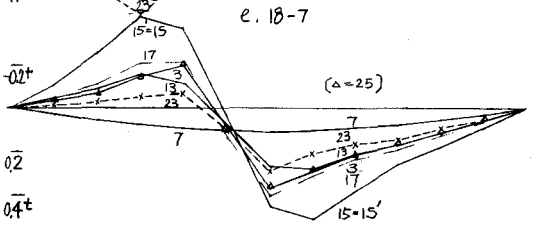
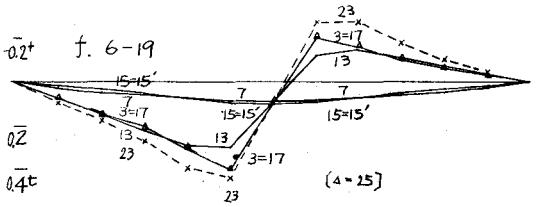
c. 16-5



d. 4-17.



e. 18-7



f. 6-19